



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

(11) 1018943

(12) C OCTROOI²⁰

(21) Aanvraag om octrooi: 1018943

(22) Ingediend: 13.09.2001

(51) Int.Cl.⁷
B24B13/06, B24B49/04

(41) Ingeschreven:
14.03.2003

(47) Dagtekening:
14.03.2003

(45) Uitgegeven:
01.05.2003 I.E. 2003/05

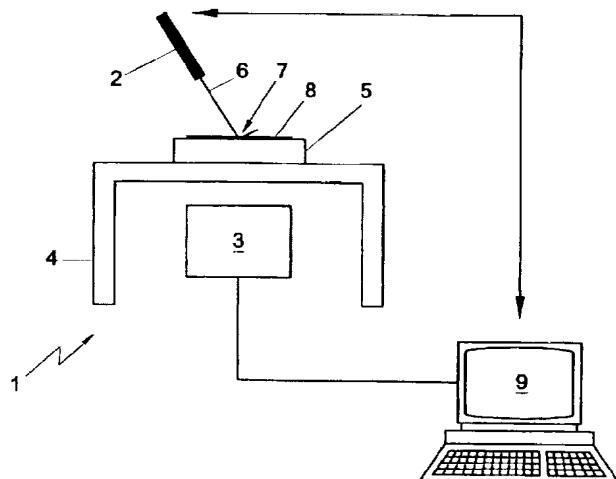
(73) Octrooihouder(s):
**Nederlandse Organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
TNO te Delft.**

(72) Uitvinder(s):
Hedser van Brug te Delft

(74) Gemachtigde:
Mr. Ir. A.W. Prins c.s. te 2508 DH Den Haag.

(54) **Werkwijze en inrichting voor het polijsten van een werkstukkoppervlak.**

(57) De uitvinding betreft een werkwijze voor het bewerken van een werkstukkoppervlak, waarbij een bewerkingsgebied van het werkstukkoppervlak onder invloed van een polijstbewerking wordt bewerkt en waarbij tijdens de bewerking de verplaatsing van het bewerkingsgebied ten opzichte van een star met het werkstukkoppervlak gekoppeld referentiegebied wordt bewaakt door middel van interferometrie. De uitvinding betreft voorts een bewerkingsmachine, omvattende een polijstgereedschap en een meetgereedschap, waarbij het meetgereedschap een interferometer omvat. Het polijstgereedschap omvat daarbij bij voorkeur een waterstraalpolijstinrichting.



NL C 1018943

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

Titel: Werkwijze en inrichting voor het polijsten van een werkstukoppervlak.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het bewerken van een werkstukoppervlak, waarbij een bewerkingsgebied van het werkstukoppervlak onder invloed van een polijstbewerking wordt bewerkt.

Een dergelijke werkwijze is algemeen bekend en wordt veelal toegepast voor het polijsten van oppervlakken van optische componenten, zoals refractieve optische componenten, bijvoorbeeld lenzen of vensters, uit glas, quartz of BK7, en reflectieve optische componenten, zoals spiegels, uit metaal of keramiek. Bekende werkwijzen voor het polijsten zijn naast het slijpen met een slijpmal en slijppasta en andere, veelal materiaalfnemende, technieken, zoals SPDT (single point diamond turning), CCP (computer controlled polishing), MRF (magnetorheologic finishing), FJP (fluid jet polishing) en EEM (Elastic Emission Machining), IBF (Ion Beam Figuring) en IBP (Ion Beam Polishing).

Een probleem dat optreedt bij de bekende bewerkingen is dat het relatief tijdrovend is om een werkstuk te vervaardigen waarvan het oppervlak een zeer hoge vormnauwkeurigheid heeft. Dit wordt met name veroorzaakt doordat het veelal niet mogelijk is om tijdens de bewerking de vorm van het werkstuk te meten. In het bijzonder moet bij het vervaardigen van asferische optische oppervlakken de polijstbewerking in een iteratief proces telkens worden onderbroken om het werkstuk in een aparte meetbewerking te meten. De meetbewerking vindt daarbij veelal plaats in een aparte meetomgeving, zodat het werkstuk telkens opnieuw moet worden opgespannen.

De uitvinding beoogt een werkwijze voor het bewerken van een werkstukoppervlak, in het bijzonder een optisch werkstukoppervlak, waarbij met behoud van genoemde voordelen, genoemde nadelen kunnen worden vermeden.

Daartoe voorziet de uitvinding in een werkwijze voor het bewerken van een werkstukoppervlak, waarbij een bewerkingsgebied van het werkstukoppervlak onder invloed van een polijstbewerking wordt bewerkt en waarbij tijdens de bewerking de verplaatsing van het bewerkingsgebied ten 5 opzichte van een star met het werkstukoppervlak gekoppeld referentiegebied wordt bewaakt door middel van interferometrie. Door tijdens de bewerking de verplaatsing van het bewerkingsgebied ten opzichte van een star met het werkstukoppervlak gekoppeld referentiegebied te bewaken door middel van interferometrie, kan de vormverandering van het werkstuk tijdens de 10 bewerking worden bewaakt en kan zonder veelvuldig in- en uitspannen van het werkstuk voor een apart afzonderlijke meetbewerking, een zeer hoge vormnauwkeurigheid van het oppervlak worden bereikt. De starre koppeling tussen het bewerkingsgebied en het referentiegebied draagt er daarbij zorg voor dat met interferometrie betrouwbaar kan worden gemeten, terwijl het 15 bewaken van slechts de relatieve beweging van een bewerkingsgebied ten opzichte van een referentiegebied het toepassen van interferometrie vergemakkelijkt.

Op voordelige wijze maakt het referentiegebied deel uit van het werkstukoppervlak. Het referentiegebied kan echter ook deel uitmaken van 20 een ander star met het werkstukoppervlak gekoppeld lichaam, zoals een opspaninrichting.

De verplaatsing van het bewerkingsgebied kan daarbij worden bewaakt door één punt van het werkstukoppervlak te volgen, maar kan ook worden bewaakt door meerdere punten van het bewerkingsgebied te volgen. 25 Uiteraard kunnen ook buiten het bewerkingsgebied gelegen delen van het werkstukoppervlak worden afgescand om bijvoorbeeld de vervorming van het gehele werkstuk te kunnen monitoren. In een voordelige uitvoeringsvorm van de uitvinding is het werkstuk daarbij tijdens de bewerking stationair opgesteld en is het bewerkingsgebied een relatief klein deel van het werkstukoppervlak 30 dat zich tijdens de bewerking in hoofdzaak dwars op het werkstukoppervlak

beweegt. Een dergelijke bewerking kan zeer goed worden uitgevoerd door een stationair opgesteld werkstuk met behulp van waterstraalpolijsten lokaal te bewerken en een bundel laserlicht met een doorsnede die tenminste even groot is als de doorsnede van het met de op het werkstukoppervlak invallende

5 waterstraal corresponderende bewerkingsgebied, via het bewerkingsgebied te reflecteren op een lichtgevoelig pixelarray, zoals een CCD, met een doorsnede die correspondeert met die van de gereflecteerde bundel. Uiteraard is het ook mogelijk dat het bewerkingsgebied zich tijdens de bewerking over het werkstukoppervlak beweegt, zoals bij een draai- of freesbewerking. In een

10 dergelijk geval kan bijvoorbeeld elke omwenteling van het werkstuk, de verplaatsing van het bewerkingsgebied ten opzichte van het referentiegebied worden gemeten.

Op voordelige wijze wordt bij toepassing van de interferometrie van twee coherente lichtbundels een eerste lichtbundel op het bewerkingsgebied

15 gereflecteerd en wordt een tweede lichtbundel op het referentiegebied gereflecteerd.

Op voordelige wijze worden de bundels na reflectie gecombineerd en wordt het faseverschil tussen de interfererende bundels gemeten en wordt uit opeenvolgende meting de verandering van het faseverschil tussen de

20 interfererende bundels van de opeenvolgende metingen vastgesteld en wordt aan de hand daarvan de verplaatsing van het bewerkingsgebied ten opzichte van het referentiegebied bepaald.

Op zeer voordelige wijze wordt het tijdsinterval tussen opeenvolgende metingen zó gekozen, dat de verandering van het faseverschil tussen de

25 interfererende bundels inligt tussen $-\pi$ en π . Op deze wijze kan de verandering van het faseverschil tussen de bundels als functie van de tijd gevolgd worden zonder zogenoemde 2π dubbelzinnigheden, zodat de verplaatsing van het bewerkingsgebied direct uit het faseverschil kan worden afgeleid. Door de tussen twee opeenvolgende metingen bepaalde

30 verplaatsingen van het bewerkingsgebied te sommeren, kan zo de totale

relatieve verplaatsing van het bewerkingsgebied ten opzichte van het referentiegebied nauwkeurig worden gemonitord.

De polijstbewerking is bij voorkeur een materiaalafnemende bewerking, zoals SPDT, CCP, MRF, FJP, IBF en IBP.

5 Op voordelige wijze wordt het werkstukoppervlak ten behoeve van de interferometrie althans nabij het bewerkingsgebied voorafgaand aan metingen vrijgemaakt van vervuiling die valse reflecties kan veroorzaken, zoals spanen of slijpvloeistof. Op voordelige wijze wordt het werkstukoppervlak daarbij althans nabij het bewerkingsgebied met behulp van perslucht schoongeblazen.

10 Op voordelige wijze kan, wanneer het werkstuk transparant is, althans de eerste lichtbundel door het werkstuk heen op de aan het werkstuk grenzende zijde van het bewerkingsgebied worden gereflecteerd. Hierdoor kan niet alleen worden bereikt dat de bewaking van de verplaatsing van het werkstukoppervlak niet wordt gehinderd door het polijstgereedschap en 15 derhalve continu kan plaatsvinden, maar ook dat de met de interferometrie verband houdende componenten op eenvoudige wijze van het gebied waarin de bewerking plaatsvindt worden afgeschermd door middel van een nabij het bewerkingsgebied op het werkstukoppervlak aansluitende afscherming.

20 Op voordelige wijze wordt daarbij tenminste één der bundels naar de aan het werkstuk grenzende zijde van het werkstukoppervlak geleid via een aan het werkstukoppervlak grenzend fluïdum met een brekingsindex die in hoofdzaak gelijk is aan het werkstukmateriaal. Met behulp van een dergelijke "matching fluid" kan worden bereikt dat de bundel in hoofdzaak rechtdoorgaand vanuit het fluïdum in het werkstuk binnentreedt. Bij voorkeur 25 valt de eerste lichtbundel op de aan de werkstukgrenzende zijde van het bewerkingsgebied in onder een hoek α die groter is dan de grenshoek voor totale interne reflectie. Op deze wijze kan de hoeveelheid op het bewerkingsgebied gereflecteerd licht maximaal zijn en kan worden tegengegaan dat door het werkstukoppervlak heen tredend licht wordt 30 teruggereflecteerd en storing veroorzaakt.

De uitvinding heeft voorts betrekking op een bewerkingsmachine, omvattende een polijstgereedschap en een meetgereedschap, waarbij het meetgereedschap een interferometer omvat. Het polijstgereedschap kan daarbij in hoofdzaak vormvast zijn uitgevoerd, zoals een diamantgereedschap voor 5 SPDT of polijstpad voor CCP, maar kan ook een fluïdum omvatten, zoals bij MRF en FJP.

Verdere voordelige uitvoeringen van de uitvinding zijn weergegeven in de volgconclusies.

Opgemerkt wordt dat, binnen de context van deze aanvrage onder een 10 polijstbewerking tenminste een al of niet materiaalafnemende oppervlaktebewerking dient te worden verstaan, waarbij de aanvangsgesteldheid van het oppervlak zodanig is dat licht op een voor interferometrie geschikte wijze op het oppervlak kan worden gereflecteerd.

Opgemerkt wordt voorts dat, binnen deze context onder het tijdens de 15 bewerking (continu) bewaken van de verplaatsing van het bewerkingsgebied niet alleen dient te worden verstaan het monitoren van de verplaatsing terwijl het werkstukoppervlak wordt bewerkt, maar ook het (intermitterend) bewaken van de verplaatsing tussen perioden waarin het oppervlak wordt bewerkt, waarbij het werkstuk op de machine blijft opgespannen.

Opgemerkt wordt verder dat binnen deze context onder ten opzichte 20 van elkaar coherente lichtbundels dient te worden verstaan dat ertussen de lichtbundels vóór reflectie op het bewerkingsgebied cq. referentiegebied voor wat betreft hun golffront een bekende, vaste relatie bestaat en dat in de fase als functie van de tijd geen sprongen optreden. Dergelijke ten opzichte van 25 elkaar coherente lichtbundels kunnen op eenvoudige wijze worden verkregen door splitsing van een enkelvoudige coherente lichtbundel door amplitude-of golffrontdeling.

De uitvinding zal nader worden toegelicht aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld dat in een tekening is weergegeven. In de figuur toont:

fig. 1 een schematisch perspectivisch aanzicht van een bewerkingsmachine volgens de uitvinding;

fig. 2 een schematisch zij-aanzicht van de werkstuktafel van fig. 1;

fig. 3 een schematisch onderaanzicht van de werkstuktafel van fig. 2; en

fig. 4 een schematische doorsnede van een werkstuk met bewerkingsgebied.

Opgemerkt wordt dat de figuren slechts een schematische weergave betreffen van een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitvinding. In de figuren 10 zijn gelijke of corresponderende onderdelen met dezelfde verwijzingscijfers aangegeven.

Hoewel in het hiernavolgende voorbeeld de polijstbewerking wordt uitgevoerd met behulp van een waterstraalpolijstinstelling, zal het de vakman duidelijk zijn dat de uitvinding op analoge wijze kan worden uitgevoerd in 15 combinatie met een andersoortige al of niet materiaalfnemende polijstbewerking.

De techniek van het waterstraalpolijsten is algemeen bekend en is onder meer beschreven in de Nederlandse octrooiaanvraag 1007589 ten name 20 van de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk onderzoek-TNO te Delft, Nederland. De in dit uitvoeringsvoorbeeld beschreven interferometrische techniek is de vakman bekend als TPU (Temporal Phase Unwrapping)

Refererend aan de figuren 1-3 is daarin getoond een bewerkingsmachine 1 met een polijstgereedschap, uitgevoerd als een 25 waterstraalpolijstinstelling 2 en een meetgereedschap, uitgevoerd als een laserinterferometer 3. De bewerkingsmachine 1 omvat voorts een werkstuktafel 4 waarop een werkstuk 5 uit BK7 is opgespannen dat met behulp van een straal slijpvloeistof 6 die uit een spuitmond van de 30 waterstraalpolijstinstelling 2 uitreedt, kan worden bewerkt. De slijpvloeistof omvat bijvoorbeeld een slurrie van 90 volumeprocent water en

10 volumeprocent siliciumcarbideerdeeltjes, elk met een diameter van circa 20 μm die via een spuitmondstuk met een cilindrische boring van circa 1 millimeter en een lengte van circa 15 millimeter vanaf een afstand van circa 10 cm onder een druk van circa 5 bar onder een scherpe hoek op het werkstuk 5 wordt gespoten, zodat een ellipsvormig bewerkingsgebied 7 wordt gevormd op het werkstukoppervlak 8. De werkstuktafel 4 en de waterstraalinrichting 2 zijn ten opzichte van elkaar verplaatsbaar opgesteld met behulp van een niet-weergegeven tafel- en/of mondstukbesturingsmechanisme dat numeriek door een centrale verwerkingsseenheid 9 wordt bestuurd, zodat het bewerkingsgebied 7 over het werkstukoppervlak 8 kan worden verplaatst. De centrale verwerkingsseenheid 9 is voorts gekoppeld met de laserinterferometer 3.

De laserinterferometer 3 omvat een in de figuur niet weergegeven laserbron waarvan de lichtbundel via een lichtgeleider 10 naar een splitsblok 10A wordt gevoerd waar de laserbundel wordt gesplitst in twee onderling coherente lichtbundels, te weten een eerste bundel 11 die als meetbundel op het bewerkingsgebied 7 van het werkstukoppervlak wordt gereflecteerd en een tweede lichtbundel 12 die via een spiegel 10B als referentiebundel op een referentiegebied op het werkstukoppervlak 8 wordt gereflecteerd. Het splitsblok 10A en de spiegel 10B vormen daarbij de middelen voor het afgeven van respectievelijk de eerste bundel 11 en de tweede bundel 12. Doordat het werkstuk is uitgevoerd uit star materiaal (BK7), is het bewerkingsgebied 7 star gekoppeld met het referentiegebied 13.

De componenten van de laserinterferometer 3 zijn star gekoppeld met een opspaninrichting 14 waarin het werkstuk 5 star is gefixeerd. De middelen 10A voor het afgeven van de meetbundel 11 kunnen transleerbaar en/of roteerbaar ten opzichte van de opspaninrichting 14 zijn opgesteld, zodat het bewerkingsgebied 7 met de meetbundel 11 kan worden gevuld wanneer het over het werkstukoppervlak 8 wordt verplaatst. Dit is omwille

van de overzichtelijkheid in de figuur niet getoond. De laserinterferometer 3 omvat voorts een tweetal focuseerlenzen 16, 17 om de gereflecteerde meetbundel 11 en de gereflecteerde referentiebundel 12 te focussen.

Voorts is in de baan van de gereflecteerde meetbundel 11B een half
5 lambda retardatie plaatje opgenomen om de polarisatierichting van het
gereflecteerde licht van de meetbundel 11B ten opzichte van het licht in de
gereflecteerde referentiebundel 12B over 90° te draaien. In de baan van de
gereflecteerde meetbundel 11B is voorts een spiegel 18 aangebracht
waarmee de gereflecteerde meetbundel 11B naar een combinatie-element 19
10 kan worden geleid waarin de gesplitste bundels worden samengevoegd.

Uit het samenvoegblok 18 treden twee ten opzichte van elkaar
coherente, samengevoegde lichtbundels 11C, 11C' uit die elk via een
polarisator 21, 22 op het pixel array van een CCD-chip 23, 24 vallen. De
eerste samengevoegde lichtbundel 11C passeert voor het bereiken van de
15 polarisator 21 nog een kwart lambda retardatie plaatje 25 die de eerste
samengestelde lichtbundel ten opzichte van de tweede samenstelde
lichtbundel een kwart golflengte vertraagt, zodat de door de CCD's 23, 24
afgegeven beeldsignalen in de centrale verwerkingsseenheid 9 na
bijvoorbeeld softwarematige spiegeling van één van de beelden direct van
20 elkaar kunnen worden afgetrokken om de verandering van het faseverschil
tussen de interfererende bundels van opeenvolgende metingen te bepalen.

De uitleesfrequentie van de CCD's wordt daarbij zo gekozen dat de
verandering van het faseverschil tussen de interfererende bundels tussen
opeenvolgende metingen telkens inligt tussen $-\pi$ en π , dat wil zeggen de
25 waarden π en $-\pi$ niet inbegrepen.

De opspaninrichting 14 is voorzien van een fluïdumhouder 25 voor
het houden van een lichtdoorlatend fluïdum 25A waarvan de brekingsindex
gelijk is aan de brekingsindex van het materiaal van het werkstuk 5, zodat
de lichtbundels 12a, 12b, 13a, 13b op het grensvlak tussen het
30 werkstukoppervlak en het daaraan grenzende fluïdum in hoofdzaak

rechtdoor gaan. Het werkstuk 5 wordt daarbij zo in de opspaninrichting 14 opgespannen dat het werkstuk aan de onderzijde aan het fluïdum 26 grenst. Zoals in figuur 2 is weergegeven zijn de wanden 26 van de fluïdumhouder 25 voorzien van vensters voor het daar doorheen voeren van de lichtbundels

5 12a, 12b, 13a, 13b. De wanden 26 zijn ten opzichte van de normaal op de werkstuktafel 4 enigszins schuin opgesteld, zodat het werkstukoppervlak 8 van een in de opspaninrichting 14 opgespannen werkstuk 5 relatief gemakkelijk ter plaatse van het bewerkingssgebied op het werkstukoppervlak kan invallen onder een invalshoek α ten opzichte van de

10 normaal die groter is dan de grenshoek voor totale interne reflectie.

De opspaninrichting kan zijn voorzien van een in de figuur niet weergegeven afscherming voor samenwerking met het werkstukoppervlak 8, zodanig dat de afscherming de interferometer 3 tijdens gebruik afschermt van een gebied waar de bewerking plaatsvindt.

15 De polijstbewerking kan worden uitgevoerd door in de centrale verwerkingseenheid 9 een verschilgeometrie in te geven tussen een, bijvoorbeeld in een cad-model neergelegde geometrie te vergelijken met een op een meetbank bepaalde werkelijke geometrie van het werkstuk 5. Aan de hand van de verschilgeometrie kunnen dan een aantal bewerkingsvolumina

20 V worden gedefinieerd die achtereenvolgens met behulp van de straal polijstmiddel 6 worden bewerkt om te worden weggenomen. Met behulp van de interferometer 3 kan dan door middel van reflectie op de naar de binnenkant van het werkstuk gekeerde zijde van het bewerkingssgebied de verplaatsing van het bewerkingssgebied in bewerkingrichting, dat wil

25 zeggen in hoofdzaak dwars op het bewerkingssgebied zelf, worden bewaakt door het faseverschil tussen de meetbundel 11 en de referentiebundel 12 ten gevolge van de verandering van de weglengte die de bundels aflaggen, in de tijd te volgen en om te rekenen tot een verplaatsing. Door daarbij de verandering van het faseverschil tussen metingen te kiezen in het interval

($-\pi, \pi$), kan de totale verplaatsing op ondubbelzinnige wijze door sommatie worden verkregen.

Wanneer de verplaatsing Δx van het bewerkingsgebied 7 ten gevolge van de polijstbewerking in hoofdzaak overeenkomt met de voor 5 afname van het bewerkingsvolume V benodigde verplaatsing ΔX , kan de straal polijstmiddel 6 worden onderbroken en kan een volgend bewerkingsgebied 7 worden bewerkt. De voor correctie van de verschilgeometrie benodigde verplaatsing ΔX is daarbij gelijk aan de lokale afstand in aanzetrichting A van de bewerking tussen het 10 werkstukoppervlak van de gemeten geometrie en het oppervlak van de gewenste geometrie.

Ter controle van de oppervlaktegesteldheid van het bewerkingsgebied 7 kan nog met een laserruwheidsmeter de intensiteit van een op het bewerkingsgebied gereflecteerde laserbundel worden gemeten, 15 waardoor een beeld kan worden gevormd van de ruwheid en eventuele onder het werkstukoppervlak 8 liggende beschadigingen. Deze techniek is op zichzelf bekend als iTIRM. In deze techniek toont een toename van de intensiteit van het gereflecteerde licht een afname van de ruwheid van het oppervlak.

20 Een dergelijke ruwheidsmeting kan worden uitgevoerd met behulp van de meetbundel 11 en/of de referentiebundel 12, maar kan eveneens worden uitgevoerd met behulp van een bundel uit een afzonderlijke laserruwheidsmeter met intensiteitsmeter, al of niet met ondersteuning van de bundels 11, 12 van de interferometer.

25 Opgemerkt wordt dat in dit uitvoeringsvoorbeeld de meetbundel 11 en de referentiebundel 12 op de naar het werkstuk toegekeerde zijde van het werkstukoppervlak 5, dat wil zeggen het binnenoppervlak, worden gereflecteerd. Het is echter ook zeer goed mogelijk om de bundels 11, 12 op het buitenoppervlak, dat wil zeggen de van het werkstuk afgekeerde zijde

van het werkstukoppervlak 5 te laten reflecteren. Om te verhinderen dat op het werkstukoppervlak 5 vervuilingen aanwezig zijn die de reflectie kunnen verstoren, zoals een film slijpmiddel en losse stukjes werkstukmateriaal, kan de bewerkingsmachine 1 dan worden voorzien van een niet-

- 5 weergegeven luchtsput om het werkstukoppervlak althans nabij het bewerkingsgebied voorafgaand aan de meting schoon te blazen.

Het zal de vakman duidelijk zijn dat de uitvinding niet beperkt is tot het hier beschreven uitvoeringsvoorbeeld, maar dat vele varianten mogelijk zijn. Dergelijke varianten worden geacht te liggen binnen het

- 10 bereik van de uitvinding zoals verwoord in de hierna volgende conclusies.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het bewerken van een werkstukoppervlak, waarbij een bewerkingsgebied van het werkstukoppervlak onder invloed van een polijstbewerking wordt bewerkt en waarbij tijdens de bewerking de verplaatsing van het bewerkingsgebied ten opzichte van een star met het werkstukoppervlak gekoppeld referentiegebied wordt bewaakt door middel van interferometrie.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij ten behoeve van de interferometrie van twee onderling coherente lichtbundels een eerste lichtbundel op het bewerkingsgebied wordt gereflecteerd en een tweede lichtbundel op het referentiegebied wordt gereflecteerd.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, waarbij de bundels na reflectie worden gecombineerd en waarbij het faseverschil tussen de interfererende bundels wordt gemeten en waarbij uit opeenvolgende metingen de verandering van het faseverschil tussen de interfererende bundels van de opeenvolgende metingen, de verplaatsing van het bewerkingsgebied ten opzichte van het referentiegebied wordt bepaald.
4. Werkwijze volgens conclusie 3, waarbij het tijdsinterval tussen opeenvolgende metingen zó wordt gekozen dat de verandering van het faseverschil tussen de interfererende bundels inligt tussen $-\pi$ en π .
5. Werkwijze volgens conclusie 4, waarbij de tussen twee opeenvolgende metingen bepaalde verplaatsingen van het bewerkingsgebied ten opzichte van het referentiegebied worden gesommeerd.
6. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de polijstbewerking een materiaalfnemende bewerking is.
7. Werkwijze volgens conclusie 6, waarbij de materiaalfnemende bewerking gekozen is uit de groep van SPDT (single point diamond turning), CCP (computer controlled polishing), MRF (magnetorheologic finishing),

FJP (fluid jet polishing), EEM (Elastic Emission Machining), IBF (Ion Beam Figuring) en IBP (Ion Beam Polishing).

8. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de polijstbewerking wordt uitgevoerd door aan de hand van een gewenste geometrie en een, voorafgaand aan de polijstbewerking bepaalde, gemeten geometrie een verschilgeometrie voor het werkstukoppervlak te bepalen en waarbij aan het werkstukoppervlak aan de hand van de verschilgeometrie een aantal bewerkingsvolumina wordt gedefinieerd en waarbij de bewerkingsvolumina onder invloed van de polijstbewerking met een bewerkingsgebied worden bewerkt en waarbij telkens de bewerking wordt gestopt wanneer met de bewaking is vastgesteld dat de verplaatsing van het bewerkingsgebied in hoofdzaak overeenkomt met de voor verwijdering van het bewerkingsvolume benodigde verplaatsing.
9. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij het werkstukoppervlak, althans nabij het bewerkingsgebied, voorafgaand aan de meting wordt vrijgemaakt van vervuiling die valse reflecties kan veroorzaken.
10. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij het referentiegebied deel uitmaakt van het werkstukoppervlak.
11. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij het werkstuk transparant is en waarbij althans de eerste lichtbundel door het werkstuk heen op de aan het werkstuk grenzende zijde van het bewerkingsgebied wordt gereflecteerd.
12. Werkwijze volgens conclusie 11, waarbij tenminste één der bundels naar de aan het werkstuk grenzende zijde van het werkstukoppervlak wordt geleid via een aan het werkstukoppervlak grenzend fluïdum met een brekingsindex die in hoofdzaak gelijk is aan het werkstukmateriaal.
13. Werkwijze volgens een der conclusies 11 of 12, waarbij althans de eerste lichtbundel op de aan het werkstuk grenzende zijde van het

bewerkingsgebied invalt onder een hoek die groter is dan de grenshoek voor totale interne reflectie.

14. Bewerkingsmachine, omvattende een polijstgereedschap en een meetgereedschap, waarbij het meetgereedschap een interferometer omvat.
- 5 15. Bewerkingsmachine volgens conclusie 13, waarbij het polijstgereedschap een waterstraalpolijstinrichting omvat.
16. Bewerkingsmachine volgens conclusie 13 of 14, waarbij de interferometer star is verbonden met een opspaninrichting waarin een werkstuk kan worden opgenomen.
- 10 17. Bewerkingsmachine volgens één der voorgaande conclusies 13-15, waarbij de interferometer is voorzien van middelen voor het afgeven van een eerste en een tweede coherente lichtbundel en waarbij althans de middelen voor het afgeven van de eerste lichtbundel transleerbaar en/of roteerbaar ten opzichte van de werkstukhouder zijn opgesteld.
- 15 18. Bewerkingsmachine volgens één der voorgaande conclusies 13-16, waarbij de opspaninrichting is voorzien van een fluïdumhouder voor het houden van een lichtdoorlatend fluïdum.
19. Bewerkingsmachine volgens één der voorgaande conclusies, waarbij is voorzien in middelen voor het meten van de ruwheid van het werkstukoppervlak, bij voorkeur een iTIRM laserruwheidsmeter.
20. Bewerkingsmachine volgens één der voorgaande conclusies, waarbij is voorzien in een afscherming voor samenwerking met het werkstukoppervlak 8, zodanig dat de afscherming de interferometer 3 tijdens gebruik afschermt van een gebied waar de bewerking plaatsvindt.
- 25 21. Werkstuk, voorzien van een werkstukoppervlak dat is gepolijst met behulp van een werkwijze en/of een inrichting volgens één der voorgaande conclusies.

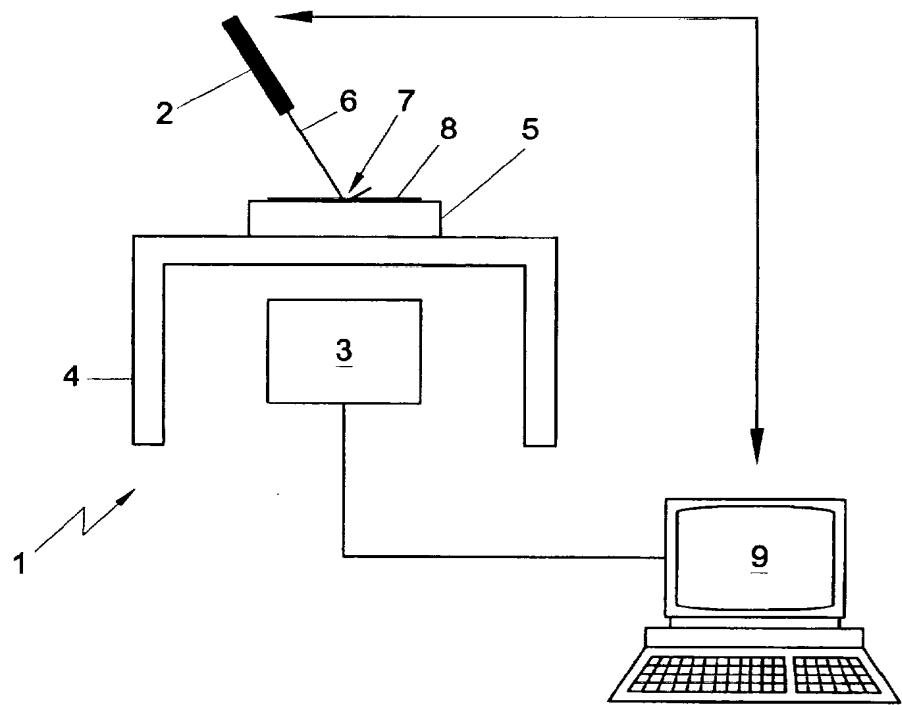


Fig. 1

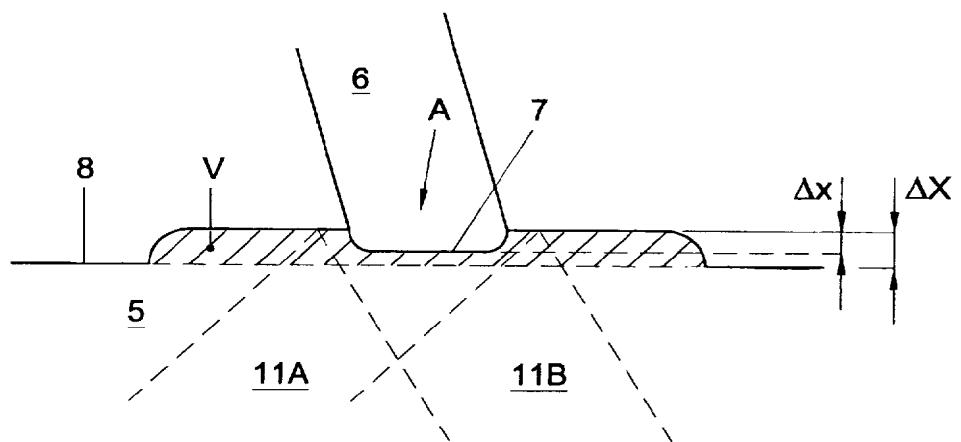


Fig. 4

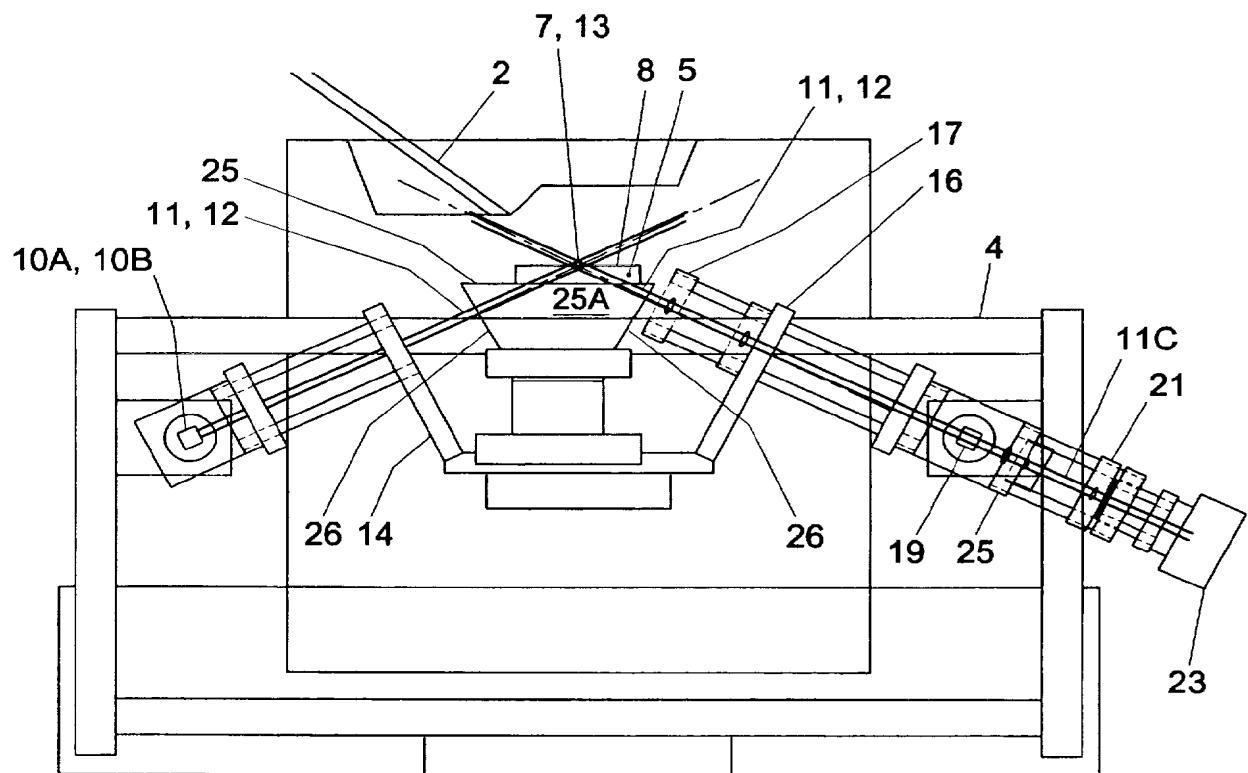


Fig. 2

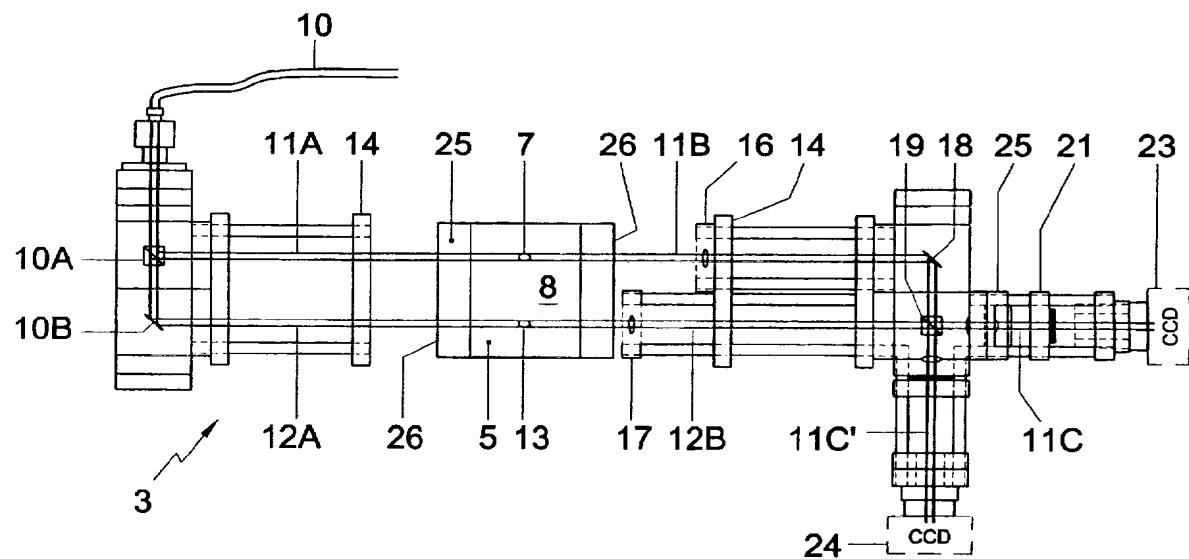


Fig. 3

SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE		KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE P57491NL00
Nederlands aanvraag nr. 1018943	Indieningsdatum 13 september 2001	
	Ingeroepen voorrangsdatum	
Aanvrager (Naam) TNO		
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 37761 NL	
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)		
Volgens de internationale classificatie (IPC)		
Int. Cl.7: B24B13/06 B24B49/04 B24B49/12 G01B11/30 B24C1/08		
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK		
Onderzochte minimum documentatie		
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen	
Int. Cl.7:	B24B G01B B24C	
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen		
III. <input type="checkbox"/> GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)		
IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)		

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1018943

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP

IPC 7 B24B13/06 B24B49/04 B24B49/12 G01B11/30 B24C1/08

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)

IPC 7 B24B G01B B24C

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

EPO-Internal

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	US 6 032 377 A (YAMAMOTO TAKAHIRO ET AL) 7 Maart 2000 (2000-03-07) kolom 2, regel 47 -kolom 4, regel 11 ---	1,14,21
X	DE 198 55 455 A (ZYGO CORP) 2 Juni 1999 (1999-06-02) bladzijde 3, regel 60 -bladzijde 4, regel 43 ---	1,14,21
X	US 5 067 282 A (NETZEL KARL-HERMANN) 26 November 1991 (1991-11-26) kolom 2, regel 65 -kolom 4, regel 20 -----	1,14,21

Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

A document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang

E eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna

L document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publicatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven

O document dat betrekking heeft op een mondelinge uitleenzetting, een gebruik, een leningstelling, of een ander middel

P document gepubliceerd voor de datum van indiening

maar na de ingereden datum van voorrang

T later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt

X document van bijzonder belang, de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd en kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

Y document van bijzonder belang, de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt

& document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

16 Mei 2002

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Eschbach, D

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1018943

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)		Datum van publicatie
US 6032377	A 07-03-2000	JP	10253346 A	25-09-1998
DE 19855455	A 02-06-1999	US DE FR JP	6301009 B1 19855455 A1 2771666 A1 11262858 A	09-10-2001 02-06-1999 04-06-1999 28-09-1999
US 5067282	A 26-11-1991	DE EP JP	3820225 C1 0346819 A2 2118407 A	13-07-1989 20-12-1989 02-05-1990